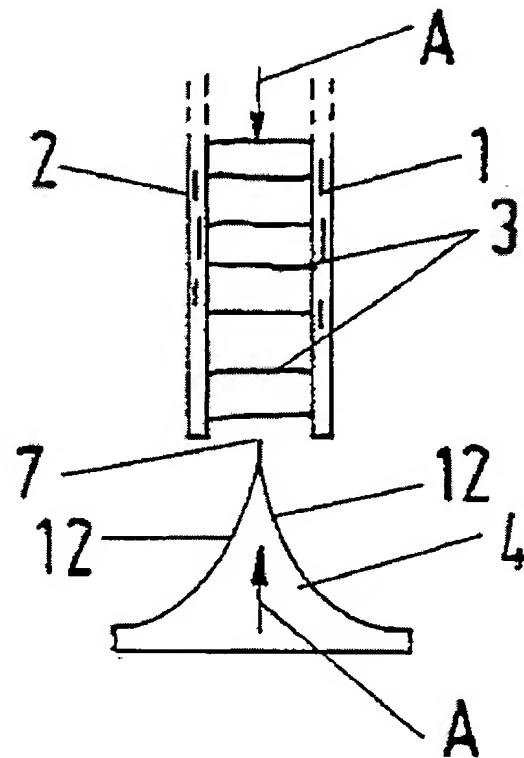


## Helicopter structural element in sandwich form

**Patent number:** DE4425829  
**Publication date:** 1995-10-12  
**Inventor:** DRECHSLER KLAUS DR (DE)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AEROSPACE AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** F16F7/12; B32B5/02; B32B1/04; F16S1/12; B64D25/00; B62D25/00  
- **European:** B32B5/28, B62D21/15, B64D25/00, F16F7/12G  
**Application number:** DE19944425829 19940721  
**Priority number(s):** DE19944425829 19940721

### Abstract of DE4425829

The structural element has a cutting edge (4) with guide surfaces (11,12,12') for the body layers (1,2). The cutting edge is so arranged in the plane of symmetry (f,f') of the layers and outside the core fibres (3) that upon an impact the cutting edge divides the fibres along the plane of symmetry and the layers slide along the guide surfaces. The cutting edge is arranged above the fibres and alternatively, the cutting edge can be arranged below the fibres. The cutter has a sharp edge (7) and the guide surfaces have a curved profile.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ **Patentschrift**  
⑯ **DE 44 25 829 C 1**

⑯ Int. Cl. 6:  
**F 16 F 7/12**  
B 32 B 5/02  
B 32 B 1/04  
F 16 S 1/12  
B 64 D 25/00  
// B62D 25/00

⑯ Aktenzeichen: P 44 25 829.1-12  
⑯ Anmeldetag: 21. 7. 94  
⑯ Offenlegungstag: —  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 12. 10. 95

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Daimler-Benz Aerospace Aktiengesellschaft, 80804  
München, DE

⑯ Erfinder:

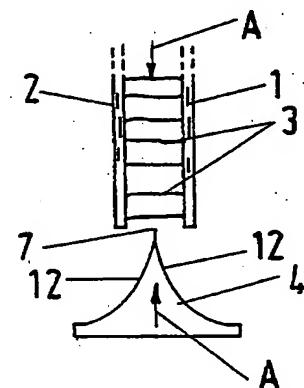
Drechsler, Klaus, Dr., 83620 Feldkirchen-Westerham,  
DE

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	29 18 280 C2
US	50 74 391
US	60 69 318
US	45 93 870
US	36 70 852
US	32 36 333
US	29 61 204
EP	01 63 524 A2
JP	60-2 60 730 A

⑯ Strukturelement im Sandwich-Form

⑯ Das Strukturelement in Sandwich-Form besteht aus zwei im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Decklagen, zwischen denen sich eine Vielzahl von im wesentlichen senkrecht zu den Ebenen der beiden Decklagen erstreckende Kernfasern angeordnet sind, sowie einer Schneide mit angeformten Leitflächen für die Decklagen, die im wesentlichen in der Symmetrieebene zu den Decklagen und außerhalb der Kernfäden derart angeordnet ist, so daß bei einem Aufprall die Schneide die Kernfasern entlang der Symmetrieebene durchtrennt und die Decklagen entlang der Leitflächen gleiten läßt.



## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Strukturelement in Sandwich-Form, bestehend aus zwei im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Decklagen, zwischen denen sich eine Vielzahl von im wesentlichen senkrecht zu den Ebenen der beiden Decklagen erstreckende Kernfasern angeordnet sind.

Ein derartiges Strukturelement, das als energieabsorbierendes Bauteil in Sandwich-Struktur dient, ist bekannt und besteht aus zwei, insbesondere aus Glasfasern und mit einem Epoxidharz getränkten Decklagen, welche durch eine Vielzahl von dünnen, im wesentlichen senkrecht zu ihren Ebenen verlaufenden Kernfasern verbunden werden, die ebenfalls mit einem Epoxidharz getränkt sein können. Je nach Anzahl der Kernfasern pro Flächeneinheit bzw. deren Dicke kann eine vorgegebene Steifigkeit und Festigkeit eines derartigen Strukturelements eingestellt werden. Da die Decklagen in beliebigen Abmessungen herstellbar sind, können eine Vielzahl von energieabsorbierenden Bauteilen verwirklicht werden, wie sie z. B. in der Kraftfahrzeugindustrie oder auch im Flugzeugbau benötigt werden. Insbesondere bei Hubschraubern ist im Falle eines zu harten Aufsetzens ein stoßabsorbierendes Bauteil erforderlich, das zwischen dem Unterteil der Passagierkabine und dem Unterboden des Hubschraubers angeordnet sein sollte, um einen Teil der Aufsetzenergie zu vernichten und dadurch Verletzungen der Passagiere und der Besatzung zu vermeiden.

Wird ein derartiges Strukturelement in Sandwichform dergestalt angeordnet, daß die beiden Decklagen parallel zu den beiden im Falle eines harten Aufsetzens sich annähernden Flächen verlaufen, so läßt sich aufgrund des relativ geringen Abstandes zwischen den Kernlagen (in der Größenordnung von einigen Zentimetern) nur ein ungenügender Energieanteil vernichten. Werden jedoch die beiden Decklagen senkrecht zwischen diesen beiden Flächen angeordnet, so bedingt die den beiden Decklagen innewohnende Steifigkeit keine gleichmäßige Energieabsorption durch Verformung, sondern aufgrund eines plötzlich einsetzenden Zersplitterns eine nur ungleichmäßige Energieaufnahme.

Aus der US 50 74 391 ist ein langgestreckter energieabsorbierender Körper aus einem nachgiebigen Material bekannt, zur Aufnahme von axial auftreffenden Stößen an einem Ende, der diese axial zum entgegengesetzten Ende leitet. Eine Energievernichtung tritt dabei durch eine Veränderung der Längsausdehnungen des Körpers auf.

Die DE 29 18 280 C2 beschreibt einen energieabsorbierenden Sitz mit einem Sitzrahmen, einem am Sitzrahmen befestigten Sitzteil und einem zwischen dem Rahmen und dem Sitzteil vorgesehenen energieabsorbierenden länglichen Teil, welches aus einem Verbundmaterial mit lasttragenden Fasern gebildet ist, die durch ein Harz verbunden sind; das energieabsorbierende Teil ist eine Stoßdämpfungseinrichtung, die einen ersten und einen zweiten Zylinder umfaßt, die ineinander verschiebbar sind und die auf dem energieabsorbierenden länglichen Teil aufliegen, das sich mit seinem anderen Ende auf einer den Boden des ersten Zylinders bildenden Schale abstützt.

Schließlich ist aus der US 45 93 870 ein energieabsorbierendes Bauteil für ein Flugkörper bekannt, das eine dünne Platte aus einem zusammengesetzten Material zur Aufnahme von Kompressionskräften aufweist, die in der Ebene der Platte zwischen zwei sich gegenüberlie-

genden Rändern auf das Bauteil einwirken bei gleichzeitiger hoher Widerstandsfähigkeit gegen Biegekräfte.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, das energieabsorbierende Verhalten eines Strukturelementes in Sandwich-Form dahingehend zu verbessern, daß bei einem hohen gewichtsspezifischen Kraftniveau eine gute Lastgleichförmigkeit und ein hoher Verformungsgrad erzielt werden, indem eine kontinuierliche Verformung erreicht wird, so daß das Energieaufnahmevermögen optimiert ist.

Ausgehend von einem Strukturelement der eingangs näher genannten Art, wird zur Lösung dieser Aufgabe vorgeschlagen, daß das Strukturelement eine Schneide mit angeformten Leitflächen für die Decklagen aufweist, die im wesentlichen in der Symmetrieebene zu den Decklagen und außerhalb der Kernfäden derart angeordnet ist, daß bei einem Aufprall die Schneide die Kernfäden entlang der Symmetrieebene durchtrennt und die beiden Decklagen entlang der beiden Leitflächen gleiten. Die Schneide kann dabei oberhalb oder unterhalb des Strukturelementes angeordnet sein, wobei sie verschiedenartig geformte Kanten aufweist, in welche gegebenenfalls auch Nuten eingearbeitet sein können; auch die Leitflächen, die sich an beide Seiten der Kante anschließen, können unterschiedliche Gestalten aufweisen, um so das Strukturelement an die unterschiedlichsten Anforderungen anzupassen.

Es wurde gefunden, daß für ein derartiges Strukturelement eine Struktur für ein hohes Energieaufnahmevermögen entscheidend ist, bei der ein kontinuierliches Versagen, d. h. eine kontinuierliche Zerstörung des Strukturelementes über einen möglichst großen Verformungsweg bei im wesentlichen konstantem Kraftniveau erzielt wird. Ein vorzeitiges Kollabieren durch Beulen oder Knicken muß zur Erzielung dieses Energieaufnahmevermögens verhindert werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert, in der vorteilhafte Ausführungsbeispiele dargestellt sind. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch eine Seitenansicht eines Strukturelementes gemäß der Erfindung;

Fig. 2 bis 7 verschiedene Querschnitte durch die erfindungsgemäß vorgesehenen Schneiden;

Fig. 8a bis e verschiedene Schritte des erfindungsgemäß Strukturelementes während eines Aufpralls und

Fig. 9 verschiedene Diagramme des Energieaufnahmevermögens in Abhängigkeit von der Schneidenform.

Fig. 1 zeigt im Querschnitt und schematisch ein erfindungsgemäßes Strukturelement in Sandwich-Form, bestehend im wesentlichen aus zwei im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Decklagen 1, 2, beispielsweise aus gewebter Glaswolle, zwischen denen sich eine Vielzahl von Kernfäden 3 erstreckt, die im wesentlichen senkrecht zu den beiden Ebenen der Decklagen 1, 2 verlaufen und die mit einem Epoxidharz getränkt und damit verstärkt sein können. Ein derartiges Bauteil, das auch als Abstandsgewebe bekannt ist, weist eine vorgegebene Steifigkeit auf, die einmal von der Dicke der beiden Decklagen 1, 2 und deren Abstand voneinander abhängt sowie von der Anzahl und Dicke der Kernfasern 3, welche die beiden Decklagen 1, 2 miteinander verbinden.

Soll nun ein derartiges Abstandsgewebe als energieabsorbierendes Bauteil beispielsweise zwischen dem Boden des Passagierraumes eines Hubschraubers und dessen unterer, die Landekufen tragenden Unterfläche dergestalt eingesetzt werden, daß sich die beiden Decklagen 1, 2 senkrecht zu den Ebenen der beiden durch sie

verbundenen Flächen erstrecken, so wird erfundungsgemäß, um das gewünschte Energieaufnahmevermögen zu erhalten, dem Abstandsgewebe 1, 2, 3 eine Schneide 4 zugeordnet, die, wie es in Fig. 1 dargestellt ist, unterhalb des Abstandsgewebes derart angeordnet ist, daß sich die Kante 7 der Schneide 4 im wesentlichen in der Symmetrieebene zwischen den beiden Decklagen 1, 2 befindet. Im Falle eines zu harten Aufsetzens des Hubschraubers dringt dadurch die Kante 7 der Schneide 4 in den Raum zwischen den beiden Decklagen 1, 2 ein und durchtrennt die Kernfasern 3, wobei zugleich die unteren Enden der beiden Decklagen 1, 2 durch eine entsprechende Formgebung der Leitflächen 12 der Schneide 4 kontinuierlich bei weiterem Eindringen der Schneide 4 in das Abstandsgewebe auseinandergedrückt werden. Die Bewegungsrichtung von Abstandsgewebe 1, 2, 3 und Schneide 4 ist dabei durch die beiden zueinander gerichteten Pfeile f, f' angedeutet, die in der Symmetrieebene der Decklagen angeordnet sind.

Mit einer derartigen Ausgestaltung eines Strukturelementes wird über einen großen Verformungsweg ein relativ konstantes Kraftniveau erreicht, d. h. daß im Fall eines Aufpralls ein hoher Verformungsgrad bei guter Lastgleichförmigkeit und hohem gewichtsspezifischen Kraftniveau erzielt wird. Zum einen werden die Kernfasern 3 zerschnitten und zum anderen die beiden Decklagen kontinuierlich aus ihrer Ebene abgelenkt, wobei der Grad des Energieaufnahmevermögens durch Einstellung der einzelnen Parameter, wie der Gewebeart, der Schneidenform, der Form der Leitflächen und des Materials der Decklagen variiert werden kann.

Fig. 2 bis 7 zeigen verschiedene Ausgestaltungen der dem Abstandsgewebe 1, 2, 3 zugeordneten Schneide; außer einer scharfen Kante 7, wie sie in Fig. 1 für die Schneide 4 vorgesehen ist, können auch abgeflachte Kanten 8 vorgesehen sein, wie es in Fig. 2 dargestellt ist oder aber eine Schneide 4 mit abgeflachter Kante 8, in welcher eine Längsnut 9 eingearbeitet ist, gemäß der in Fig. 3 gezeigten Darstellung.

Fig. 4 zeigt nun eine Form einer Schneide 4, mit einer stumpfen Kante 10, an die sich zwei unter einem Winkel zueinander verlaufende Leitflächenabschnitte 11 anschließen, gefolgt von zwei wiederum gewölbten Abschnitten 12', deren konkave Oberflächen einander zugewandt sind.

Fig. 5 zeigt die in Fig. 1 dargestellte Schneidenform zusätzlich versehen mit zwei Anschlägen 5 für die auseinanderstrebenden Decklagen 1, 2, die bei Erreichen der Anschläge 5 zersplittern.

Fig. 6 zeigt zwei Anschläge 6 in Form von Hohlprofilen, zusammen mit einer Schneide, deren Gestalt in Fig. 4 dargestellt ist, d. h. mit abgeflachter Kante 8, wobei hier die auseinanderstrebenden Decklagen 1, 2 zwischen den gewölbten Abschnitten und den Anschlägen 6 in den dadurch begrenzten Hohlraum eindringen können.

Fig. 7 zeigt den Querschnitt einer besonders vorteilhaften Schneide 4, die mit einer stumpfen Kante 10 zum Durchtrennen der Kernfasern 3 versehen ist und mit zwei relativ kurzen sich an die Kante mit dem Krümmungsradius  $r_2$  anschließenden geraden Leitflächenabschnitten 11, gefolgt von zwei gewölbten Leitflächenabschnitten 12', wobei der Unterschied zu der in Fig. 4 gezeigten Form der Schneide darin besteht, daß die Ausdehnung der Abschnitte 11 in Gleitrichtung der Decklagen 1, 2 erheblich kürzer ist. Der Krümmungsradius der gewölbten Leitflächenabschnitte 12' ist mit  $r_1$  bezeichnet.

Der Zwischenraum zwischen den beiden Decklagen 1, 2 kann zur weiteren Erhöhung der Steifigkeit ausgeschäumt sein und statt einer Kante der Schneide 4 können auch zwei oder drei, parallel zueinander angeordnete Kanten vorgesehen sein.

Es ist klar, daß die Einstellung der einzelnen Parameter eine Veränderung der ersten Spitzenlast bzw. des mittleren Lastniveaus durch Wahl des Schaums, Wahl des Materials für Kernfasern und Decklagen bzw. deren Abmessungen ermöglicht. Auch die Gestaltung der Schneide mit der Form der Kante bzw. der Leitflächen führt zu einer Variation des Energieaufnahmevermögens.

Fig. 8 zeigt nun ein erfundungsgemäßes Strukturelement im Einsatz, d. h. im Falle eines Aufpralls. Die Schneide 4 ist bei diesem Ausführungsbeispiel oberhalb des Abstandsgewebes 1, 2, 3 angeordnet, welches eine oberhalb der Schneide 4 (nicht dargestellte) Bodenplatte beispielsweise der Passagierkabine eines Hubschraubers mit einem Strukturteil 13 verbindet, welches z. B. die Landekufen trägt. In Fig. 8a befindet sich die Schneide 4 noch außerhalb der Kernfasern 3 zwischen den beiden Decklagen 1, 2; Fig. 8b zeigt das Eindringen der Kante der Schneide 4 in die Kernfäden und Fig. 8c bis 8e den weiteren Verformungsverlauf der Decklagen 1, 2 bei kontinuierlichem Zerschneiden der Kernfasern.

In Fig. 9 sind verschiedene Diagramme dargestellt, welche das Energieaufnahmevermögen einer Schneidenform gemäß Fig. 1 (Kurven 16, 16') sowie gemäß Fig. 2 belegen (Kurven 15 und 15'). Entlang der Ordinaten sind dabei die Werte für Kraft bzw. Arbeit in kJ bzw. kN aufgetragen und auf der Abszisse der Weg in mm. Als Abstandsgewebe wurden zwei Decklagen aus Kohle/Aramid verwendet mit den Abmessungen 150 x 100 mm und einem Abstand von 15 mm mit ausgeschäumten GFK-Kernfasern zwischen ihnen. Das Flächengewicht betrug demzufolge 5 kg/m<sup>2</sup>, die Aufprallgeschwindigkeit wurde mit 13 km/h gewählt und die Aufprallmasse betrug 38 kg. Die Kurven lassen das relativ gleichmäßige Aufnahmevermögen des erfundungsgemäß ausgestalteten Strukturelementes erkennen, nämlich ein hohes gewichtsspezifisches Kraftniveau, eine gute Lastgleichförmigkeit und ein hoher Verformungsgrad bei kontinuierlicher Zerstörung des Abstandsgewebes, d. h. des Strukturelementes selbst.

Weitere Vorteile sind darin zu sehen, daß nur ein geringer Platzbedarf erforderlich ist, daß räumliche Strukturen mit T- oder X-förmigem Querschnitt darstellbar sind und daß weitere Komponenten und Bauteile einfach zu befestigen sind, verbunden mit geringen Herstellungskosten, da im wesentlichen auf Halbzeuge zurückgegriffen werden kann.

#### Patentansprüche

1. Strukturelement in Sandwich-Form, bestehend aus zwei im Abstand voneinander und parallel zueinander angeordneten Decklagen, zwischen denen eine Vielzahl von sich im wesentlichen senkrecht zu den Ebenen der beiden Decklagen erstreckenden Kernfasern angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Strukturelement eine Schneide (4) mit angeformten Leitflächen (11, 12, 12') für die Decklagen (1, 2) aufweist, die im wesentlichen in der Symmetrieebene (f, f') zu den Decklagen und außerhalb der Kernfasern (3) derart angeordnet ist, daß bei einem Aufprall die Schneide (4) die Kernfasern (3) entlang der Symmetrieebene durchtrennt und die

Decklagen entlang der Leitflächen (11, 12, 12') glei-  
ten.

2. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß die Schneide (4) oberhalb der  
Kernfasern (3) angeordnet ist.

3. Strukturelement nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß die Schneide (4) unterhalb der  
Kernfasern (3) angeordnet ist.

4. Strukturelement nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die 10  
Schneide (4) eine scharfe Kante (7) aufweist und  
daß die Leitflächen eine gewölbte Form (12, 12')  
aufweisen.

5. Strukturelement nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die 15  
Schneide eine stumpfe Kante (10) aufweist.

6. Strukturelement nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Schneide eine abgeflachte Kante (8) aufweist.

7. Strukturelement nach Anspruch 6, dadurch ge- 20  
kennzeichnet, daß in der abgeflachten Kante (8)  
eine Längsnut (9) eingearbeitet ist.

8. Strukturelement nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die  
Leitflächen erste, sich an die stumpfe Kante (10) 25  
anschließende ebene Abschnitte (11) und zweite  
sich daran anschließende gewölbte Abschnitte (12')  
aufweisen.

9. Strukturelement nach einem der vorhergehen-  
den Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der 30  
Fußfläche der Schneiden (4) Anschläge (5, 6) zuge-  
ordnet sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

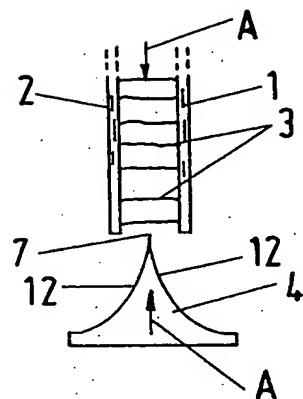


Fig.2

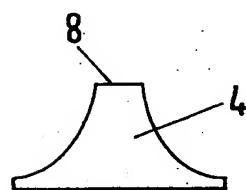


Fig.3

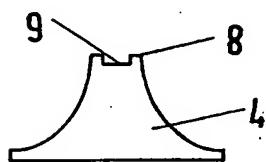


Fig.4

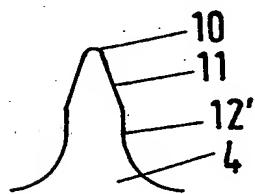


Fig.5

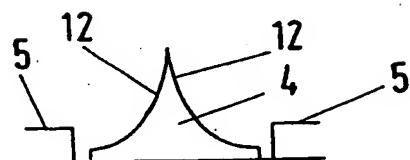


Fig.6

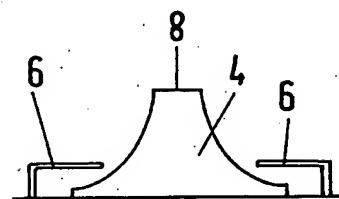


Fig.7

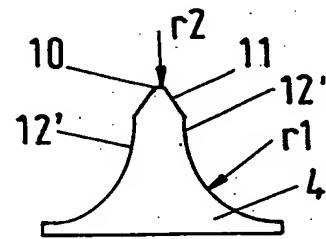


Fig.8

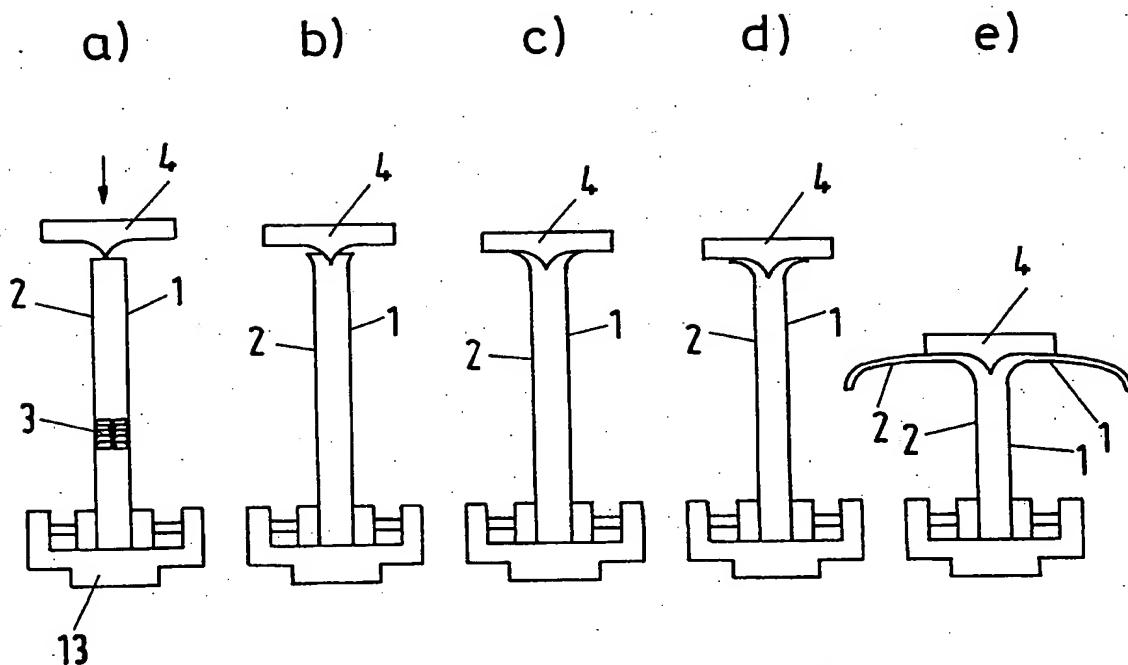


Fig.9

